

<sup>1</sup> М. Наконечний, <sup>2</sup> Ю. Бачинський

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

(Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка)

## КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ РОЗПОДІЛУ НАМАГНІЧЕНОСТІ НА ПОВЕРХНІ ТОНКОЇ ПЛІВКИ ЗАЛІЗА

Розроблена нами комп'ютерна модель дає можливість моделювати мікромагнітний розподіл на поверхні тонких плівок феромагнітних та антиферомагнітних зразків. В якості елементарного диполя використовувалась комірка заліза (Fe). Магнітні диполі розміщені рівномірно по всій поверхні плівки. Енергія одного диполя складається з суми обмінної енергії, енергії дипольної взаємодії, енергії анізотропії та енергії зовнішнього магнітного поля:

$$E = E_{об} + E_{дип} + E_{аніз} + E_z,$$

$$E_{об} = \frac{1}{2} J \sum_{j=1}^N M_i M_j, \quad E_{дип} = \frac{1}{2} \sum_{j=1, j \neq i}^N \frac{M_i M_j}{r_{ij}^3} - 3 \frac{M_i r_{ij} M_j r_{ij}}{r_{ij}^5},$$

$$E_{аніз} = K_1 M \sin^2 \theta + K_2 M \sin^4 \theta, \quad E_z = -M H,$$

де  $J$  - обмінний інтеграл,  $\vec{M}_i$ ,  $\vec{M}_j$  - магнітний момент  $i$ -го,  $j$ -го диполя,  $K_1, K_2$  - константи анізотропії, які залежить від роду матеріалу,  $\theta$  - кут між  $\vec{M}$  і віссю легкого намагнічування (ВЛН),  $\vec{H}$  - зовнішнє магнітне поле.

Рівноважна конфігурація розподілення магнітних моментів відповідає мінімуму вільної енергії системи.

$$\partial E / \partial (M_1 + M_2 + \dots M_n) = 0. \quad (2)$$

В процесі моделювання у випадковим чином вибраного диполя змінювали орієнтацію так, щоб повна енергія отриманої системи була меншою за попередню. При багатократному повторенні такої вибірки можна добитися конфігурації близькій умові

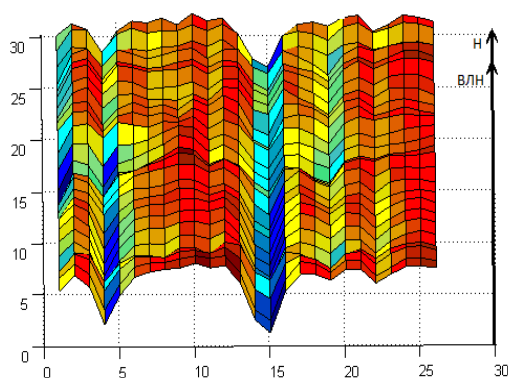


Рис 1 Рівноважна конфігурація магнітних моментів.  $H=300$  Ое.

(2). В якості диполя було вибрано елементарну комірку кристалічної решітки. Моделювання проводилося для плівки заліза розмірністю  $26 \times 26$  диполів, для якої значення обмінного інтегралу рівне  $J=1 \times 10^{-6}$  erg/cm<sup>3</sup>, константи анізотропії  $K_1=4,3 \times 10^5$  erg/cm<sup>3</sup>,  $K_2=2,05 \times 10^5$  erg/cm<sup>3</sup>,  $M_s=1120$  emu/cm<sup>3</sup>. Вважалось, що вісь легкого намагнічування лежить в площині плівки.

Під час моделювання розподілу без впливу зовнішнього магнітного поля поверхня плівки складалася з тонких продовгуватих доменів розміщених вздовж осі легкого

намагнічування. Зростання зовнішнього поля призводить до переорієнтації магнітних моментів вздовж напрямку поля  $H$ , що відповідає швидкому зростанні намагніченості. Подальше зростання  $M$  відбувається менш інтенсивно, що спричинене укрупненням доменів орієнтація яких була енергетично невигідною.